

5. PREVISÃO DAS MÁXIMAS INTENSIDADES DE PRECIPITAÇÃO NA REGIÃO DE MANAUS.

MOTA, Marcelo R. ¹ & BARBOSA, Roosevelt P.²

¹ Professor Dr. Titular do Departamento de Eng. Agrícola e Solos – FCA/UFAM

² Acadêmico de Engenharia de Pesca – FCA/UFAM

Resumo

As condições climáticas da Região Norte, particularmente do Estado do Amazonas, são caracterizadas, principalmente por chuvas abundantes. Tais condições se intensificam nos primeiros e últimos meses do ano, onde o fator de como ocorrem as precipitações máximas são fundamentais para o dimensionamento de drenos, barragens e obras de proteção contra cheias e erosão hídrica. Este artigo apresenta um diagnóstico do comportamento das precipitações máximas observadas em 1 dia na Região de Manaus no período de 1970 a 1999.

Introdução

Em estudos hidrológicos, necessita-se, além do conhecimento das precipitações máximas observadas nas séries históricas, da previsão das precipitações máximas que possam vir a ocorrer na localidade com determinada frequência (VILLELA e MATTOS, 1975) . A relação entre estes parâmetros deve ser obtida a partir da análise das observações das chuvas intensas durante um período de tempo suficientemente longo e representativo dos eventos extremos (BERTONI e TUCCI, 1993).

O dimensionamento de drenos, barragens e obras de proteção contra cheias e erosão hídrica requer o estudo das precipitações intensas, ocorridas no local de interesse, para definição da chuva de projeto, a partir da qual é definida a vazão a ser utilizada, esta exigência é geralmente atingida a partir de informações pontuais ou seja , são utilizadas equações do tipo intensidade – duração – frequência derivadas de pluviógrafos específicos. Uma dificuldade freqüente enfrentada pelos técnicos é a inexistência desta equação em várias localidades . Este tipo de problema pode ser contornado utilizando a equação do pluviógrafo mais próximos, quando situado em região similar do ponto de vista climático, ou por interpolação dos resultados obtidos nas proximidades do local de interesse (BELTRAME et al., 199)

As precipitações podem ser classificadas de acordo com as condições que produzem o movimento vertical do ar, e, nesse sentido, existem três tipos principais: frontal, orográfica e convectiva.

As precipitações convectivas são típicas de regiões tropicais. A sua formação se dá através do aquecimento desigual da superfície terrestre, provocando o aquecimento de camadas de ar com densidades diferentes, o que gera uma estratificação térmica da atmosfera em equilíbrio instável. Se esse equilíbrio, por qualquer motivo (vento, superaquecimento), for quebrado, provoca uma ascensão brusca e violenta do ar menos denso, capaz de atingir grandes altitudes. Essas precipitações caracterizam-se por ser de grande intensidade e curta duração e estar concentradas em pequenas áreas. Este tipo de precipitação é o causador de vazões críticas em pequenas bacias hidrográficas (VILLELLA e MATTOS, 1975). Pode-se dizer que chuva intensa é aquela cuja intensidade ultrapassa uma lâmina preestabelecida para uma determinada aplicação . A duração dessas precipitações varia bastante , e a área atingida pode ser de poucos quilômetros (chuvas convectivas) a até milhares de quilômetros quadrados, como ocorre com chuvas frontais (GARCEZ, 1976).

Na prática, a fixação de um valor para estabelecer as chuvas intensas é difícil, uma vez que o impacto pode ser diferente dependendo de onde ocorra. Em áreas rurais , uma chuva pode ser considerada danosa, porém, em áreas urbanas, ela pode ser extremamente danosa . O Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) estabeleceu uma curva que fornece as alturas mínimas utilizadas na seleção de chuvas intensas (ABE e FIGUEIREDO, 1983). Os limites adotados pelo DAEE são inferiores aqueles adotados por WILKEN (1978); para durações superiores a cento e vinte minutos, considera-se altura de chuva de 25mm como limite para selecionar as chuvas intensas.

Para o correto dimensionamento das obras hidráulicas, é necessário o conhecimento da relação entre a intensidade, duração e freqüência da precipitação. Nesses cálculos, utiliza-se a intensidade máxima média , a qual é definida como a relação entre a máxima altura pluviométrica ocorrida no intervalo de tempo considerado e o intervalo de tempo. A intensidade de precipitação decresce com o aumento da duração e , evidentemente, aumenta com a diminuição da freqüência , ou seja, com o aumento do período de retorno (GARCEZ, 1976).

O período de retorno ou tempo de recorrência é definido como o intervalo de tempo médio, em anos , em que uma determinada precipitação é igualada ou superada pelo menos uma vez. Admitindo-se que a freqüência (F) é uma boa estimativa da probabilidade teórica tem-se a seguinte relação:

$T = 1 / F$ onde:

T = n° de anos

F = a probabilidade do evento ocorrer a cada ano

Os dados de eventos extremos apresentam um padrão peculiar de distribuição, e as funções probabilísticas acumuladas possuem formas bem caracterizadas. É comum o emprego dessas expressões na forma parametrizada em relação à média, variância , coeficiente de assimetria e outros momentos estatísticos da distribuição. A utilização destas expressões matemáticas facilitam a análise estatística dos eventos extremos , como por exemplo chuvas intensas, já que a determinação da respectiva função pode ser feita a partir de elementos amostrais , com o uso de processos tradicionais, como os métodos dos momentos , dos mínimos quadrados ou da máxima verossimilhança (HIDROSISTEMAS, 1993).

Em engenharia hidráulica e nos trabalhos hidrológicos, geralmente não interessa somente o conhecimento das máximas precipitações observadas nas séries históricas, mas também prevê, com base nos dados observados e utilizando princípios de probabilidade, quais as máximas precipitações que podem ocorrer em um determinado local, com determinada probabilidade e estabelecido período de retorno . Analisando a maioria das funções de frequência aplicáveis à análise hidrológica CHOW, (1974) constatou que o cálculo do valor do evento extremo pode ser obtido pela seguinte equação, $X = \mu + Bs$.

MATOS NETO e FRAGA (1983) e VIEIRA et al. (1998), analisando as precipitações intensas para a cidade de Fortaleza – CE e para a região de Piracicaba- SP respectivamente, utilizaram em seus estudos o método de YEN TE CHOW . PINTO (1995) ajustou modelos teóricos de probabilidade aos dados de chuvas intensas de 29 estações pluviométricas do Estado de Minas Gerais, verificando, também ,que o modelo de CHOW foi aquele que melhor se ajustou aos dados.

Metodologia

Foram utilizados os dados das precipitações máximas em vinte e quatro horas ocorridas mensalmente no período de 1970 a 1999 da estação número 82331 do Instituto Nacional de Meteorologia (INEMET), que se localiza a latitude $0,3^{\circ} 0,8' S$, longitude $60^{\circ} 0,1' W$ e altitude 72 metros. Foi utilizado o método de Yen Te Chow para se determinar as lâminas máximas precipitáveis nos períodos de retorno de 5,10,25,50 e 100 anos.

$X = \mu \pm Bs$ onde:

X = máximo evento esperado dentro do período de retorno

μ = média aritmética da amostra

B = fator de frequência

s = desvio padrão da amostra

O fator de frequência foi determinado pelo ábaco de Weiss apresentado por LINSLEY et alii, 1975, onde para os períodos de retorno de 5,10,25,50 e 100 anos foram determinados em 0,9 ; 1,5 ; 2,4 ; 3,1 e 3,7 respectivamente. Para este trabalho só foi computado o valor máximo.

Resultados e Discussão

O quadro 1 apresenta as médias , desvios padrões e o coeficiente de variação das séries mensais de máxima precipitação correspondente a duração de 24 horas no período de 1970 a 1999.

Analisando este quadro, observa-se nos valores médios as menores as intensidades da precipitação nos meses centrais no qual o mês de agosto tem um menor valor, esses

números estão de acordo com MOTA(1996) ao descrever o perfil das precipitações totais na Região de Manaus nos quais elas se aglutinam nos primeiros e últimos meses do ano.

Quanto ao fato do mês de abril apresentar a maior média existe um fator agravante além de ser o maior número , nos períodos de novembro a maio , as precipitações são superiores as evapotranspirações (CORDEIRO, 1998) desta forma os solos estão saturados dificultando a infiltração e favorecendo desta forma o escoamento superficial.

O mês de novembro é o que apresenta a maior dispersão tanto absoluta como relativa 35,03mm/d e 64,40% respectivamente , isto se deve ao adiantamento ou atraso natural do período chuvoso quando os mecanismos da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) possuem uma variação superior na área continental que nos oceanos Atlântico e Pacífico (VIANETO & ALVES, 1991).

Fatores locais intervêm nos meses de julho e agosto onde o coeficiente de variação atingem os valores da ordem de 63,36 e 64,38% respectivamente, quando o fluxo ascendente de evaporação predomina nesta região resultando na formação das chuvas rápidas e torrenciais como caso que se pode constatar no mês de agosto de 1975(FIGURA 1) onde em apenas um dia choveu ,mais que a média mensal.

Mês	X	s	CV %
Janeiro	60,36	28,96	47,98
Fevereiro	61,34	28,91	47,13
Março	68,00	29,18	42,91
Abril	68,47	28,82	42,10
Mai	56,95	24,09	42,29
Junho	32,60	13,39	41,08
Julho	25,12	15,92	63,36
Agosto	24,78	15,95	64,38
Setembro	32,99	14,78	44,79
Outubro	39,19	22,36	57,10
Novembro	54,39	35,03	64,40
Dezembro	56,51	21,37	37,81

onde:

X = média

s = desvio padrão da amostra

CV = coeficiente de variação

Quadro 1 – Médias , desvio padrão e coeficiente de variação em porcentagem das séries mensais de intensidade de precipitação máxima no período de 24 horas na Região de Manaus.

A FIGURA 1 relata de forma sucinta o perfil das intensidades de precipitação máxima mensal e mínima observados no período bem como a sua intensidade média.

Um fato bastante peculiar de se notar é a distância das máximas intensidades até a intensidade média quando se compara a mesma distancia nas intensidades mínimas, este fato nos leva a crer que a região está sempre a mercê de eventos catastróficos, principalmente nos últimos e primeiros meses do ano. Essas diferenças só são minimizadas nos meses centrais quando a lâmina precipitada declina.

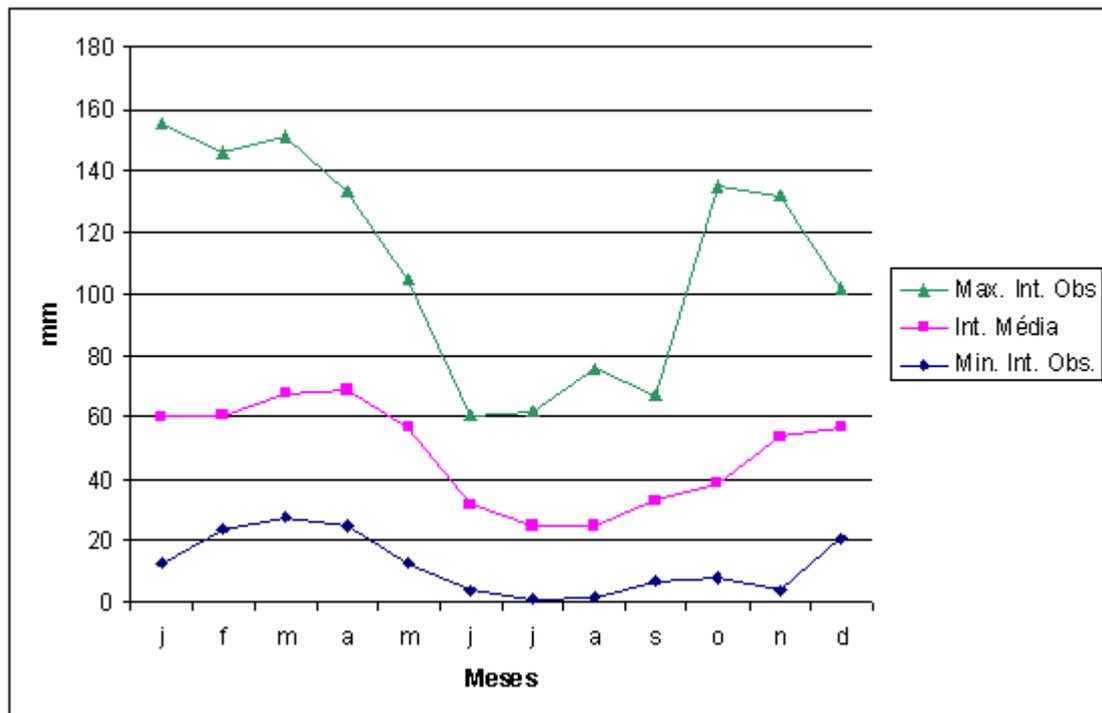


Figura 1 – Intensidade mínima , máxima observadas no período de 24 horas durante os últimos 30 anos.

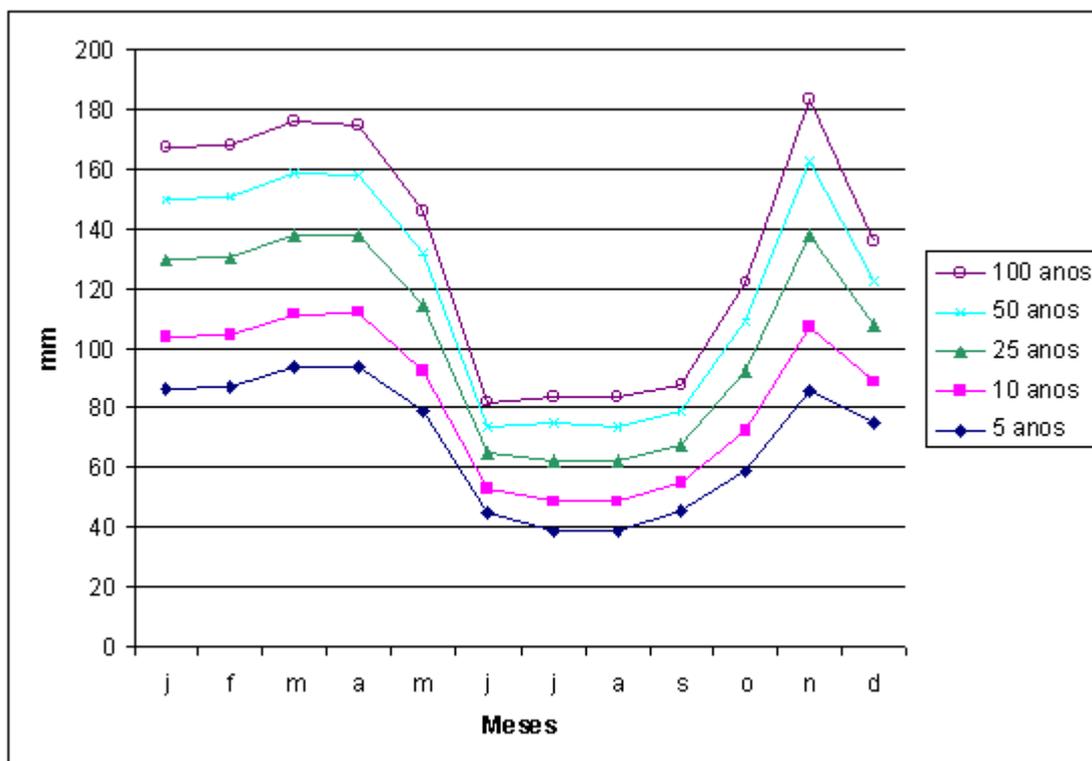


Figura 2 – Intensidade máxima provável em 24 horas pelo método de Yen Te Chow para tempos de retorno de 5, 10, 25, 50 e 100 anos.

Conclusão

No presente trabalho foram analisados as séries históricas de máxima precipitação no período de 24 horas em todos os meses do ano e em um período de 30 anos, objetivando ajustar modelo teórico de distribuição de probabilidade aos dados de chuvas intensas.

As séries de intensidade máxima mensais das precipitações foram ajustadas ao modelo de distribuição de probabilidade dos valores extremos máximos de Yen Ten Chow.

Em cada um dos meses foi empregado o modelo de distribuição de probabilidade máxima gerando desta forma as previsões máximas para os períodos de retorno de 5,10,25,50 e 100 anos em cada mês.

A análise dos resultados permitiu obter as seguintes conclusões:

Os altos desvios padrões encontrados para os diversos meses estudados mostram a grande variabilidade das intensidades máximas de precipitação ao longo do tempo.

Os coeficientes de variação apresentam uma tendência inversa a máxima precipitação média observada, que foram os meses de julho e agosto, aqui se abre uma exceção ao mês de novembro onde os motivos do seu alto valor já foi comentado anteriormente.

O mês com maior intensidade média de precipitação foi o de abril com o valor de 68,47mm e o de menor intensidade média foi o de agosto com 39,13mm , a máxima precipitação observada no período ocorreu no mês de janeiro com 155,0mm e a menor no mês de julho com 0,0mm.

O modelo de probabilidade de valores extremos apontou o mês de novembro como o de maior chance de chuvas intensas , entretanto, este fato se prende a seu avantajado desvio padrão de 35,03 mm demonstrando ser este o mês com maior variabilidade de precipitação , devido ao fato dele suceder um período de relativa estiagem dificilmente este mês pode vir a criar transtornos mais sérios. Os meses de março e abril apesar de apresentarem uma perspectiva inferior ao mês de novembro, são os que apresentam maior perigo de escoamento superficial pois estão posicionados no final do período chuvoso quando o solo tem pouca possibilidade de absorver o excesso de precipitação .O mês com menor probabilidade de precipitação foi o de junho fato este que se deve aos mesmos motivos apontados para o mês de novembro onde o seu desvio padrão foi apenas da ordem de 13,39 mm.

Bibliografia

- ABE, K., FIGUEIREDO, F.M.I.S. Metodologia para processamento de dados Pluviométricos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS, 5 , 1983, Blumenau, SC. Anais.. Fortaleza, CE: Associação Brasileira de Hidrologia e Recursos Hídricos, 1983.p.399-428.
- BELTRAME, L.F.S., LANA, A .E. L., LOUZADA, J. A . S. Chuvas Intensas. Porto Alegre: IPH, UFRGS, 1991.69p.
- BERTONI, J.C., TUCCI, E.M. Precipitação. In: TUCCI, C.E.M.(Org.).Hidrologia. Porto Alegre: EDUSP; ABRH, 1993.p. 177-231.(Coleção ABRH de Recursos Hídricos, 4).
- CORDEIRO, M.A .T., 1998, Balanço Hídrico da Região de Manaus, monografia Para o curso de Agronomia.31p.
- GARCEZ, L.N. Hidrologia. São Paulo: Edgar Blucher, 1976.249p.
- HIDROSSISTEMAS. Deflúvios superficiais no Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte. 1993. 264p.
- LINSLEY, R. K., KOHLER, M. A . & PAULHUS, J. L.H., Hidrology for Engineess 2º ed., Me Grow-Hiel, 482p.
- MATOS NETO, C. E., FRAGA, N.S. Equação de chuvas intensas para a cidade de Fortaleza .In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS,5, 1983, Blumenau, SSC. Anais... Fortaleza, CE: Associação Brasileira de Hidrologia e Recursos Hídricos, 1983.p.641-650.

- MOTA, M.R., 1996, Estudo da precipitação e temperatura média na região de Manaus. Tese de Professor Titular da Universidade do Amazonas, 36p.
- PINTO, F & A . Chuvas intensas no Estado de Minas Gerais: análises e modelos. Viçosa, MG: UFV, 1995, 87p. Tese(Doutorado em Irrigação e Drenagem)-Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- VIANETO, R. L. & ALVES, A .R. ,1991. Meteorologia Básica e Aplicações. Viçosa, UFV/Imp.Univ. 449p.
- VIEIRA, D.B., FERRÃO, A . M.A ., ZUFFO, A . C. Estudo das máximas intensidades de chuva para a região de Piracicaba. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 8, 1988. Florianópolis, SC. Anais. Florianópolis SC: Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem, 1988,p.1085-1099.
- VILLELA, S.M., MATTOS, A . Hidrologia Aplicada. São Paulo: McGraw Hill do Brasil, 1975. 245p.
- WILKEN, P.S. Engenharia de drenagem superficial .São Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 1978. 487p.

**Aceito para publicação na Revista da Faculdade de Tecnologia - FT da
Universidade Federal do Amazonas - UFAM**